

Historia

La Historia de la comunicación por la fibra óptica es relativamente corta. En 1977, se instaló un sistema de prueba en Inglaterra; dos años después, se producían ya cantidades importantes de pedidos de este material.

Antes, en 1959, como o derivación de los estudios en física enfocados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser, que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los conductos y canales adecuados para hacer viajar las ondas electromagnéticas provocadas por la lluvia de fotones originados en la fuente denominada láser.

Fue entonces cuando los científicos y técnicos especializados en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal, conocido hoy como la fibra óptica. En 1966 surgió la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación.

Esta forma de usar la luz como portadora de información se puede explicar de la siguiente manera: Se trata en realidad de una onda electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, con la única diferencia que la longitud de las ondas es del orden de micrómetros en lugar de metros o centímetros.

COMO PORTADORA DE INFORMACION En poco más de 10 años la fibra óptica se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión de información. Este novedoso material vino a revolucionar los procesos de las telecomunicaciones en todos los sentidos, desde lograr una mayor velocidad en la transmisión y disminuir casi en su totalidad los ruidos y las interferencias hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

Las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos: El grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones, entre sus principales características se puede mencionar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Tienen la capacidad de tolerar altas diferencias de potencial sin ningún circuito adicional de protección y no hay problemas debido a los cortos circuitos. Tienen un gran ancho de banda, que puede ser utilizado para incrementar la capacidad de transmisión con el fin de reducir el costo por canal; De esta forma es considerable el ahorro en volumen en relación con los cables de cobre. Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa

un gran espacio en los canales y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

Comparado con el sistema convencional de cables de cobre donde la atenuación de sus señas, (Decremento o reducción de la onda o frecuencia) es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km. Sin que halla necesidad de recurrir a repetidores lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha planteado para un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros

CONCEPTO DE TRANSMISION En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original. El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo) empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

En resumen, se puede decir que este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED'S (diodos emisores de luz) y lasers.

Los diodos emisores de luz y los diodos lasers son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características atractivas.

Definición

Un filamento de vidrio sumamente delgado y flexible (de 2 a 125 micrones) capaz de conducir rayo ópticos (señales en base a la transmisión de luz). Las fibras ópticas poseen capacidades de transmisión enormes, del orden de miles de millones de bits por segundo. Se utilizan varias clases de vidrios y plásticos para su construcción.

Una fibra es un conductor óptico de forma cilíndrica que consta del núcleo (core), un recubrimiento (cladding) que tienen propiedades ópticas diferentes de las del núcleo y la cubierta exterior (jacket) que absorbe los rayos ópticos y sirve para proteger al conductor del medio ambiente así como darle resistencia mecánica.

Además, y a diferencia de los pulsos electrónicos, los impulsos luminosos no son afectados por interferencias causadas por la radiación aleatoria del ambiente.

Cuando las compañías telefónicas reemplacen finalmente los cables de cobre de sus estaciones

centrales e instalaciones domiciliarias con fibras ópticas, estarán disponibles de modo interactivo una amplia variedad de servicios de información para el consumidor, incluyendo la T.V. de alta definición.

Cada una de las fibras ópticas, puede transportar miles de conversaciones simultáneas de voz digitalizada.

Conceptos Básicos

Los sensores de Fibra Optica están formados por un amplificador que contiene el del emisor y el receptor, y un cable de fibra óptica que transmite y recibe la luz reflejada por el objeto a detectar. Las características y presentaciones dependen mucho del fabricante. Así como en las Fotocélulas, la evolución tecnológica no se ha hecho muy patente, en los sensores de Fibra Optica se ha notado una evolución en los últimos años muy importante.

Ventajas De La Fibra Óptica

Capacidad de transmisión: La idea de que la velocidad de transmisión depende principalmente del medio utilizado, se conservo hasta el advenimiento de las fibras ópticas, ya que ellas pueden transmitir a velocidades mucho más altas de lo que los emisores y transmisores actuales lo permiten, por lo tanto, son estos dos elementos los que limitan la velocidad de transmisión.

- Mayor capacidad debido al ancho de banda mayor disponible en frecuencias ópticas.
- Inmunidad a transmisiones cruzadas entre cables, causadas por inducción magnética.
- Inmunidad a interferencia estática debida a las fuentes de ruido.
- Resistencia a extremos ambientales. Son menos afectadas por líquidos corrosivos, gases y variaciones de temperatura.
- La seguridad en cuanto a instalación y mantenimiento. Las fibras de vidrio y los plásticos no son conductores de electricidad, se pueden usar cerca de líquidos y gases volátiles.

Un excelente medio para sus comunicaciones

En el último kilómetro es donde se presenta con mayor frecuencia problemas y daños en las comunicaciones de los clientes, pensando en esto empresas como la ETB crearon el proyecto de digitalización de la red de abonado en fibra óptica.

La fibra es el soporte ideal por todas las ventajas que brinda, tales como:

1. Supresión de ruidos en las transmisiones.
2. Red redundante.
3. Conexión directa desde centrales hasta su empresa.
4. Alta confiabilidad y privacidad en sus comunicaciones telefónicas.
5. Posibilidad de daño casi nula.
6. Tiempos de respuesta mínimos en la reparación de daños.
7. Mayor número y rapidez en la solicitud y entrega de nuevos servicios.
8. Gran ancho de banda

También la fibra óptica es una plataforma para la prestación de otros

- a). Transmisión de datos de Alta Velocidad
- b). Enlaces E1 (2Mb/s) para conexión de P.A.B.X.
- c). La posibilidad en el futuro de conexión de nuevos servicios como multimedia o sistemas de televisión por cable.

Introducción a Costos

Fujitsu gana el contrato óptico 01/21/97 del cable de la fibra

TOKIO, JAPÓN, el 1997 de ENERO 21 (NOTA) -- Fujitsu Ltd. [TOKYO:6702] ha ganado el contrato para proveer la sección de Asia-Pacífico del cable óptico de la fibra submarina más larga del mundo. Las llamadas del contrato US\$84 millón para que la compañía instale un estiramiento de 4.500 kilómetros del cable de SEA-ME-WE 3 entre Singapur, Indonesia, y Australia.

Era parte de una serie de contratos firmados en Singapur recientemente para el edificio del sistema del cable por un consorcio de compañías internacionales de las telecomunicaciones. El contrato de Fujitsu fue concedido por el Singapur telecom, el Indosat, y el Telstra para el consorcio.

El cable se planea para ser terminado antes del de enero 31 de 1999. ****time-out**** cuando él introducir servicio, contraer sistema tener mínimo capacidad 20 Gb/s que poder acomodar aproximado 240.000 simultáneo teléfono circuito, decir Fujitsu.

Dimensiones Y Peso

Una de las características más notoria de la fibra óptica es su tamaño, que en la mayoría de los casos es de revestimiento 125 micras de diámetro, mientras el núcleo es aun más delgado. La cantidad de información transmitida es enorme, si se compara peso contra cantidad de datos transmitidos se puede observar por ejemplo, una comunicación telefónica que se realiza a través de cables tipo TAB, los cuales tienen un grosor de 8 cm. Transmite 2400 llamadas simultáneas; en comparación las fibras ópticas alcanzan las 30.720 llamadas simultáneas

Atenuación

Es el factor que indica con que frecuencia deben colocarse los repetidores de la señal que se conduce o propaga por el medio, puede variar debido a un gran numero de factores tales como la humedad, las curvaturas que sufre el cable, etc...

Otro de estos factores es el tipo de fibra utilizada, ya que el método de fabricación determina la atenuación mínima que existe en ella.

Distancia Umbral

Conforme la señal avanza por el medio va perdiendo fuerza hasta llegar al punto en que si desea transmitirse a mayor distancia debe colocarse un repetidor , un dispositivo que le vuelva a dar potencia para seguir avanzando. Un repetidor de fibra es aquel que toma una señal de luz, la convierte a señal eléctrica, la regenera y la coloca en un dispositivo de emisión de luz para que se siga propagando.

Comparadas con el cobre, las fibras ópticas permiten que las distancias entre repetidores sean más grandes. Por ejemplo, en un enlace para dispositivos RS-232 (puerto serial) la distancia

máxima entre dos nodos es de 15.2 mts. transmitiendo a una velocidad de 19200 Bps. , Una línea de fibra óptica puede transmitir a esa velocidad hasta una distancia de 2.5 Km. esto significa que la distancia lograda con la fibra es 164 veces mayor que la de su equivalente el cobre.

Al igual que en la atenuación, la distancia máxima que puede alcanzarse esta muy relacionada con el tipo de fibra. En las versiones sencillas se logran distancias típicas de dos Km entre el transmisor y en receptor, con fibras y equipos mas sofisticado las distancias pueden ir hasta los 2.5km. sin repetidor. Aplicaciones de laboratorio han permitido alcanzar distancias de 111km. a 5 Gbps. sin la necesidad de los repetidores.

Cables Ópticos

Para poder utilizar fibras ópticas en forma practica, estas deben ser protegidas contra esfuerzos mecánicos, humedad y otros factores que afecten su desempeño. Para ello se les proporciona una estructura protectora, formando así, lo que conocemos como cable óptico. Dicha estructura de cables ópticos variará dependiendo de sí el cable será instalado en ductos subterráneos, enterrando directamente, suspendido en postes, sumergido en agua etc.

El propósito básico de la construcción del cable de fibra óptica es el mismo; Mantener estables la transmisión y las propiedades de rigidez mecánica durante el proceso de manufactura, instalación y operación. Las propiedades esenciales en el diseño del cable son la flexibilidad, identificación de fibras, peso, torsión, vibración, límite de tensión, facilidad de pelado, facilidad de cortado, facilidad de alineación del cable y la fibra, resistencia al fuego, atenuación estable, etc. Los parámetros para formar un cable especial son:

Esfuerzo máximo permitido en la fibra durante su fabricación, instalación y servicio; determina la fuerza mínima de ruptura de la fibra y la fuerza requerida para el miembro de tensión.

Fuerza lateral dinámica y estática máxima ejercida sobre la fibra, para determinar la configuración del cable y el límite de tolerancia de microcurvaturas.

Flexibilidad

Rango de temperatura y medio ambiente en donde el cable va a operar, paralela elección del tipo de materiales a utilizar tomando en cuenta su coeficiente de expansión térmica y su cambio de dimensiones en presencia de agua.

Para cumplir estos requerimientos se observan las siguientes recomendaciones:

Evitar cargas o esfuerzos mecánicos sobre las fibras.

Aislar la fibra de los demás componentes del cable.

Mantener las fibras cerca del eje central y proporcionar espacio a las fibras para su mantenimiento.

Escoger los materiales de los elementos del cable con mínimas diferencias en sus coeficientes de expansión térmica.

Parámetros De Una Fibra Óptica

Existen varios parámetros que caracterizan a una fibra óptica. Se habla de parámetros estructurales y de transmisión establecen las condiciones en las que se pueden realizar la transmisión de información.

Entre los parámetros estructurales se encuentra:

El perfil de índice de refracción.

El diámetro del núcleo.

La apertura numérica.

Longitud de onda de corte.

En cuanto a los parámetros de transmisión se tiene:

Atenuación.

Ancho de banda. **Inmunidad a las Interferencias**

El uso de medios transparentes para la propagación de ondas electromagnéticas en forma de luz hace que la fibra óptica no necesite voltajes ni de corrientes, esto lo convierte en un medio de comunicación 100% inmune a todo tipo de interferencias electromagnéticas a su alrededor y, por lo tanto, es un medio de comunicación altamente confiable y seguro.

Este es uno de los principales factores que motivaron su uso militar ya que para poder obtener información de ella hay que provocarle un daño, daño que podría detectarse fácilmente con equipo especializado. Esto no sucede con el cobre basta con dejar el cobre al descubierto.

El hecho de no necesitar corrientes ni voltaje hace que la fibra óptica sea idónea para aplicaciones en donde se requiere de una probabilidad nula de provocar chispas, como el caso de pozos petroleros y las industrias químicas, en donde existe la necesidad de transportar la información a través de medios explosivos.

Microcurvatura.

Fuerzas laterales localizadas a lo largo de la fibra dan origen a lo que se conoce como microcurvaturas. El fenómeno puede ser provocado por esfuerzos durante la manufactura e instalación y también por variaciones dimensionales de los materiales del cable debidos a cambios de temperatura. La sensibilidad a la microcurvaturas es función de la diferencia del índice de refracción, así como también de los diámetros del núcleo y del revestimiento. Es evidente que la microcurvaturas incrementan las pérdidas ópticas.

Curvado.

El curvado de una fibra óptica es causado en la manufactura del cable, así como también por dobleces durante la instalación y variación en los materiales del cable debidos a cambio de temperatura.

Los esfuerzos que provoca la torcedura de las fibras son básicamente una fuerza transversal y un esfuerzo longitudinal. El esfuerzo longitudinal no provoca torcedura cuando trabaja para alargar la fibra, no hay cambio en las pérdidas ópticas. Sin embargo, cuando trabaja para contraer a la fibra, este esfuerzo provoca que la fibra forme bucles y se curve, de tal manera que la pérdida óptica se incrementa. Por lo tanto, al evaluar los diseños de los cables se debe poner especial atención:

*La carga transversal trabajando en la fibra durante el cableado, instalación y utilización

*El esfuerzo de contracción que ocurre a bajas temperaturas debido al encogimiento de los

elementos del cable.

Dadas las razones anteriores, el eje de la fibra puede curvarse severamente causando grandes incrementos en las pérdidas ópticas. Para prevenir esta situación se toma en cuenta las sig.

Consideraciones:

*Mantener un radio de curvatura determinada, seleccionando el radio y la longitud del cableado.

*Reducir variaciones técnicas de las fibras protegidas con pequeños coeficientes de expansión térmica disponiéndolas alrededor de un elemento con buenas propiedades térmicas

Descripción Física:

Es un medio fino (2–125 μm), transporta rayos de luz. El material con el que está construido puede ser de plástico, vidrio o silicio. Existen dos tipos: monomodo y multimodo.

Tecnología

El espectro de la frecuencia electromagnética total se extiende de las frecuencias subsónicas a los rayos cósmicos;

El espectro de frecuencia de luz se puede dividir en tres zonas generales:

Infrarroja

Visible

Ultravioleta

Sistemas De Comunicación De Fibra Óptica

Los bloques principales de un enlace de comunicaciones de fibra óptica son: transmisor, receptor y guía de fibra. El transmisor consiste de una interfase analógica o digital, un convertidor de voltaje a corriente, una fuente de luz y un adaptador de fuente de luz a fibra.

La guía de fibra es un vidrio ultra puro o un cable plástico. El receptor incluye un dispositivo conector detector de fibra a luz, un fotodetector, un convertidor de corriente a voltaje un amplificador de voltaje y una interfase analógica o digital.

En un transmisor de fibra óptica la fuente de luz se puede modular por una señal analógica o digital. Acoplando impedancias y limitando la amplitud de la señal o en pulsos digitales.

El convertidor de voltaje a corriente sirve como interface eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz.

La fuente de luz puede ser un diodo emisor de luz LED o un diodo de inyección láser ILD, la cantidad de luz emitida es proporcional a la corriente de excitación, por lo tanto el convertidor voltaje a corriente convierte el voltaje de la señal de entrada en una corriente que se usa para dirigir la fuente de luz.

La conexión de fuente a fibra es una interface mecánica cuya función es acoplar la fuente de luz al cable.

La fibra óptica consiste de un núcleo de fibra de vidrio o plástico, una cubierta y una capa protectora. El dispositivo de acoplamiento del detector de fibra a luz también es un acoplador mecánico.

El detector de luz generalmente es un diodo PIN o un APD (fotodiodo de avalancha). Ambos convierten la energía de luz en corriente. En consecuencia, se requiere un conversor corriente a voltaje que transforme los cambios en la corriente del detector a cambios de voltaje en la señal de salida.

Configuración.

Fibra de índice de escalón de modo sencillo: Esencialmente existe solo una trayectoria para la luz a través del cable por medio de reflexión; los rayos que entran se propagan directamente por el núcleo siguiendo la misma trayectoria y requiriendo la misma cantidad de tiempo para viajar la distancia del cable.

Fibra de índice de escalón multimodo: El núcleo central es más grande que el anterior. Los rayos que le pegan a la interface núcleo-cubierta en un ángulo mayor que el crítico son propagados por el núcleo en una forma zigzagueante; los que pegan en un ángulo menor entran a la cubierta y se pierden .

Fibra de índice graduado multimodo: Con núcleo central que tiene un índice refractivo no uniforme, es máximo en el centro y disminuye hacia los extremos; la luz se propaga diagonalmente por medio de la refracción interceptando a una interface de menos a más denso. Como el índice refractivo disminuye con la distancia, desde el centro y la velocidad es inversamente proporcional a él, los rayos que viajan más lejos del centro se propagan a una velocidad mayor.

Pérdidas en los cables

Por absorción de luz y que es convertida en calor. ultravioleta, infrarroja y de resonancia de ión.
Por dispersión de Rayleigh o materiales: Luz difractada que escapa por la cubierta al chocar contra una irregularidad del vidrio en el proceso de fabricación.

Cromática o de longitud de onda: La luz emitida por un LED se descompone en sus diferentes longitudes de onda constitutivas viajando a distintas velocidades por la fibra llegando al otro extremo a diferentes tiempos.

De radiación: Causada por dobleces e irregularidades en la fibra.

Modal: Causada por diferencias de tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias por una fibra.

De acoplamiento: En las conexiones de fuente a fibra, fibra a fibra y/o fibra a fotodetector, es causadas por problemas de alineación.

Tipos básicos de fibras ópticas:

Multimodales

Multimodales con índice graduado

Monomodales

Fibra multimodal

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos como se muestra en la figura

Los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir esta limitada.

Fibra multimodal con índice graduado

En este tipo de fibra óptica el núcleo esta hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. La propagación de los rayos en este caso siguen un patrón similar mostrado en la figura.

En estas fibras el numero de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales.

Fibra monomodal

Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos pero es mas difícil de construir y manipular. Es también mas costosa pero permite distancias de transmisión mayores.

La fibra óptica ha venido a revolucionar la comunicación de datos ya que tiene las siguientes ventajas:

Gran ancho de banda (alrededor de 14Hz)

Muy pequeña y ligera

Muy baja atenuación

Inmunidad al ruido electromagnético

Para transmitir señales por fibra óptica se utiliza modulación de amplitud sobre un rayo óptico, la ausencia de señal indica un cero y la presencia un uno.

La transmisión de fibra óptica es unidireccional. Actualmente se utilizan velocidades de transmisión de 50, 100 y 200 Mbps, pero experimentalmente se han transmitido hasta Gbps sobre una distancia de 110 Km.

Construcción.

Núcleo, cubierta, tubo protector, búferes, miembros de fuerza, y una o más capas protectoras.

1.- Tubo suelto: Cada fibra está envuelta en un tubo protector.

2.- Fibra óptica restringida: Rodeando al cable hay un búfer primario y otro secundario que proporcionan protección de las influencias mecánicas externas que ocasionarían rompimiento o atenuación excesiva.

3.- Hilos múltiples: Para aumentar la tensión, hay un miembro central de acero y una envoltura con cinta de Mylar.

4.- Listón: Utilizada en sistemas telefónicos.

TIPOS DE CABLES

Patchcord simple CPS

Se usa para fabricar latiguillos o para interconectar equipos de audio, video, datos así como instrumentación y control.

Descripción y aplicaciones

– Cable de Interconexión Simple: CPS
– Se utilizan para la confección de cordones y latiguillos así como para la interconexión de equipos terminales. **Construcción**

- 1 – Fibra óptica
- 2 – Recubrimiento ajustado
- 3 – Refuerzos de aramida
- 4 – Cubierta HFLSFR **Ventajas**

- Multimodo o Monomodo.
- Compacto y ligero.
- Conectorización directa.
- Flexible y resistente.
- Antihumedad.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR).
- Totalmente dieléctrico. **Opciones**

- PVC-FR flexible
- Poliuretano FR

Fibras	Simple
Diámetro (mm)	3,0

Peso (Kg/Km)	10
Tensión máxima en instalación (Kg)	50
Tensión máxima permanente (Kg)	30
Radio de curvatura (cms)	3

Patchcord doble CPD/CIP

Se usa para la transmisión horizontal de datos y señales en el interior de edificios

Descripción y aplicaciones

Cable de interconexión dual: CIP

Se utiliza fundamentalmente para la interconexión de equipos terminales. **Construcción**

- 1 – Fibra óptica
- 2 – Recubrimiento ajustado
- 3 – Refuerzos de aramida
- 4 – Cubierta individual HFLSFR
- 5 – Cubierta HFLSFR **Ventajas**

- Dos fibras ópticas.
- Conexión directa
- Compacto y ligero.
- Flexible y resiliente.
- Muy resistente.
- Antihumedad.
- Dieléctrico.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR). **Opciones**
- PVC-FR flexible
- Poliuretano FR

	CIP	CPD
Número de fibras	2	2
Diámetro (mm)	4 x 7	3,0 x 6,5
Peso (Kg/Km)	25	20
Tensión máxima en instalación (Kg)	100	100
Tensión máxima permanente (Kg)	50	50
Radio de curvatura (cms)	4	3

Cable interior–exterior armado dieléctrico CDAD

Cable muy robusto con una excelente resistencia mecánica, para instalaciones de interior y exterior con armadura dieléctrica como protección antirroedores.

Descripción y aplicaciones

- Cable de distribución interior–exterior: CDI
- Cable compacto y ligero, que se utiliza para la distribución de datos y señales en interiores de edificios y en

campus. **Construcción**

- 1 – Fibra óptica
- 2 – Recubrimiento ajustado
- 3 – Refuerzos de aramida
- 4 – Cubierta HFLSFR **Ventajas**

- Compacto y ligero.
- Múltiples fibras ópticas.
- Conectorización directa.
- Flexible y resistente.
- Antihumedad.
- Dieléctrico
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR).
- Totalmente dieléctrico. **Opciones**
- PVC–FR flexible
- Poliuretano FR

Fibras	2	4	6	8	12
Diámetro (mm)	4,5	4,5	5	6	7
Peso (Kg/Km)	18	20	25	35	40
Tensión máxima en instalación (Kg)	100	100	130	140	160
Tensión máxima permanente (Kg)	40	40	50	55	60
Radio de curvatura (cms)	5	5	5	6	7

Cable interior–exterior armado metálico CDAM

Cable muy robusto ideal para instalaciones en interior, así como en exterior con armadura metálica como protección antirroedores

Descripción y aplicaciones

- Cable distribución de armadura dieléctrica: CDAD

Muy robusto, totalmente dieléctrico y protegido de los roedores, con fibra de vidrio. Puede ser instalado indistintamente en interiores o exteriores.

Construcción

- 1 – Fibra óptica
- 2 – Recubrimiento ajustado
- 3 – Refuerzos de aramida
- 4 – Asiento de armadura
- 5 – Armadura de fibra de vidrio
- 6 – Cubierta de Caucho Acrílico–FR **Ventajas**

- Construcción muy robusta y resistente.
- Conectorización directa.
- Flexible y resiliente.

- Múltiples fibras ópticas.
- Compacto y ligero.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama.
- Totalmente dieléctrico.
- Protección antirroedores. **Opciones**

- HFLSFR
- Poliuretano–FR

Fibras	4	6	8	12
Diámetro (mm)	8	9,5	10	11
Peso (Kg/Km)	80	100	110	130
Tensión máxima instalación (Kg)	110	140	160	170
Tensión máxima permanente (Kg)	50	60	65	70
Radio de curvatura (cms)	9	10	11	12

Cable de Distribución interior reforzado CDIR

Cable muy robusto con una excelente resistencia mecánica y gran facilidad de conectorización. Se usa para la transmisión horizontal de datos y señales en el interior de edificios.

Descripción y aplicaciones

- Cable distribución armadura metálica: CDAM

Se trata de un cable para instalación interior–exterior muy robusto y protegido de los roedores con hilos de acero.

Construcción

- 1 – Fibra óptica
- 2 – Recubrimiento ajustado
- 3 – Refuerzos de aramida
- 4 – Asiento de armadura
- 5 – Armadura de hilos de acero
- 6 – Cubierta de Caucho Acrílico–FR **Ventajas**

- Construcción muy robusta y resistente.
- Conectorización directa.
- Múltiples fibras ópticas.
- Compacto y ligero.
- Muy resistente.
- Antihumedad.
- Flexible y resiliente, excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama.
- Protección antirroedores. **Opciones**

- HFLSFR
- Poliuretano–FR

Fibras	4	6	8	12
Diámetro (mm)	8	9,5	10	11
Peso (Kg/Km)	95	120	140	170
Tensión máxima instalación (Kg)	160	200	210	230
Tensión máxima permanente (Kg)	60	70	80	95
Radio de curvatura (cms)	9	10	11	12

En Conclusión.

La fibra óptica ofrece la transmisión de datos a alta velocidad, en tiempo real o no, entre un número de ruteadores y estaciones separadas en distancias considerables. La fibra óptica sirve también como red de conexión entre las estaciones que estén funcionando previamente.

La fibra óptica se ha sabido adaptar a las características de entornos en los que resulta muy deseable disponer de ella, pero su elevado costo inicial pareciera prohibir este medio eficaz de comunicación. Esto hace de la fibra óptica una alternativa muy interesante sin embargo la irrupción de las telecomunicaciones han echo que a la fibra óptica se la considere " la hermana pequeña" de las redes de la comunicación.

Sin embargo la fibra óptica es también un arma muy eficaz y peligrosa si es utilizada para fines bélicos. Pero aún así la Fibra óptica representa una nueva corriente tecnológica muy eficaz para el desarrollo de las comunicaciones . . .

POROSOS

– La arcilla es una roca sedimentaria, plástica y tenaz cuando está húmeda. Se endurece permanentemente cuando se cuece o calcina. De gran importancia en la industria, la arcilla se compone de un grupo de minerales aluminosilicatos formados por la meteorización de rocas feldespáticas, como el granito. El grano es de tamaño microscópico y con forma de escamas. Esto hace que la superficie de agregación sea mucho mayor que su espesor, lo que permite un gran almacenamiento de agua por adherencia, dando plasticidad a la arcilla y provocando la hinchazón de algunas variedades. La arcilla común es una mezcla de caolín, o arcilla china (arcilla hidratada) y de polvo fino de algunos minerales feldespáticos anhídros (sin agua) no descompuestos. Las arcillas varían en plasticidad, todas son más o menos maleables y capaces de ser moldeadas cuando se humedecen con agua. Las arcillas plásticas se usan en todos los tipos de alfarería, en ladrillos, baldosas, pipas, ladrillos refractarios y otros productos. Las variedades más comunes de arcilla y de roca de arcilla son: la arcilla china o caolín; la arcilla de pipa, similar al caolín pero con un contenido mayor de sílice; la arcilla de alfarería, no tan pura como la arcilla de pipa; la arcilla de escultura, o arcilla plástica, una arcilla fina de alfarería mezclada, a veces, con arena fina; arcilla para ladrillos, una mezcla de arcilla y arena con algo de materia ferruginosa (con hierro); la arcilla refractaria, con pequeño o nulo contenido de caliza, tierra alcalina o hierro (que actúan como flujos), por tanto, es infusible y muy refractaria; el esquisto y la marga.

En España existen muchas variedades de arcilla, desde la de cocción negra hasta el caolín, base de la riqueza arcillosa del país. Los yacimientos de arcilla más importantes se encuentran en Galicia, sierra de Guadarrama, Cataluña y País Vasco.

– La loza es una cerámica porosa cocida por lo general a la temperatura más baja del horno (900–1.200 °C). En función de la clase de arcilla utilizada, al cocerse adquiere color amarillo, rojo, pardo o negro. Es preciso barnizarla para hacerla resistente al agua. Casi toda la cerámica pintada de la antigüedad y del medievo, tanto la de Oriente Próximo como la europea, es de tipo loza, como la mayoría de las vajillas de uso doméstico actuales. El gres, resistente al agua y mucho más duradero, se consigue cociendo la arcilla a una temperatura de 1.200–1.280 °C. Adquiere así un color blanco, amarillo, gris o rojo y se barniza sólo por motivos estéticos.

La cerámica cocida a unos 1.200 °C a veces recibe el nombre de cerámica de media cocción; su tratamiento como loza o gres varía de una arcilla a otra. El gres, que los chinos elaboraban ya en la antigüedad, no se conoció en Europa hasta después del renacimiento.

– Los ladrillos son piezas cerámicas de distintas formas, que se utilizan para la construcción de viviendas, edificios

IMPERMEABLES

La porcelana es una pasta cerámica de loza blanca compuesta de caolín, cuarzo y feldespato, que cocida en horno a una temperatura entre los 1.250 y 1.300 °C vitrifica formando un material blanco, resonante y translúcido de mayor densidad y dureza que la pasta cerámica, sea de alfarería o de gres. Se elaboró por primera vez en China entre los siglos VII y VIII d.C. mientras que en Europa no se comenzó a fabricar hasta el siglo XVIII.

La porcelana de pasta blanda (para distinguirla de la de pasta dura o auténtica porcelana) es el resultado de los intentos europeos por imitar la pasta de la porcelana China y consiste en la mezcla de arcilla blanca y vidrio granulado cocida a temperatura más baja. La que se consigue al añadir huesos calcinados es de mayor dureza que la de pasta blanda, pero de menor densidad que la auténtica. Perfeccionada en Inglaterra a finales del siglo XVIII, se convirtió en la porcelana de uso más común en ese país.

Para moldear estas pastas se puede prensar la arcilla blanda en moldes, a menudo segmentados, uniendo después las partes secas con una mezcla de arcilla líquida o barbotina (moldeo); o bien se vierte la barbotina en moldes absorbentes que rezuman el agua o también se puede trabajar la arcilla con un torno de alfarero.

La porcelana, una vez cocida y sin vitrificar, es lo que se conoce como *biscuit*, pero es más frecuente que se aplique un barniz de feldespato a la pasta de porcelana antes de la primera cocción para obtener una superficie vidriada y no porosa. Se puede aplicar pintura bajo el barniz en el estado de *biscuit*, pero hasta principios del siglo XIX el azul (del cobalto) y el púrpura (del manganeso) eran los únicos colores que resistían las altas temperaturas del horno. La decoración vidriada con colores esmaltados, fijados con un cocimiento posterior a unos 750 °C, otorgaba al pintor mayores posibilidades. La pasta blanda solía cubrirse con barnices que contenían plomo, lo cual requería una segunda cocción, y si se utilizaban pigmentos de esmalte sobre la cubierta, se requería una tercera, lo que encarecía mucho las piezas obtenidas.

2. PORCELANA ORIENTAL

2.1. China

La aparición de la auténtica porcelana en China, unos 1.000 años antes de que su secreto fuera desvelado en Occidente, fue un proceso gradual, basado en la larga tradición de perfeccionamiento de la cerámica y debido en gran medida a la disponibilidad de los ingredientes naturales adecuados. Ya en el periodo Tang (618–907) hay utensilios de porcelana y en el periodo Song (960–1279) se hacían porcelanas con formas elegantes, decoradas con incisiones y barnices que iban desde el marfil y los verdes y azules más pálidos hasta los castaños rojizos e incluso el negro. Los objetos más importantes eran los de la cerámica de celadón en los que se imitaba los colores del jade.

Entre las primeras porcelanas que se exportaron están las Qingpai, con barniz azulado, y las brillantes porcelanas blancas de Te Hua. Sin embargo, las piezas artesanales chinas que mayor influencia tuvieron fueron las porcelanas vidriadas decoradas en azul que aparecieron a comienzos del siglo XIV y alcanzaron su esplendor durante el periodo Ming (1368–1644). Estos objetos de gran calidad y bajo precio se produjeron en enormes cantidades y fueron recibidos en Occidente con verdadero entusiasmo.

Durante ese periodo los chinos desarrollaron un amplio abanico de técnicas para la decoración de la porcelana

y con frecuencia combinaban entre sí las investigaciones sobre barnices coloreados, lo que dio como resultado algunas de las piezas más apreciadas.

La decoración de los objetos estaba alcanzando mayor importancia que la forma de las piezas, y tanto la porcelana en azul-y-blanco como la policroma incluían motivos vegetales como peonías, ciruelos, crisantemos, pinos y flores de loto; pájaros y mariposas, dragones, ciervos y otros animales mitológicos o con significado religioso. Las escenas se tomaban de viejas leyendas o de libros de pinturas de la época y se utilizaba un amplio número de patrones y motivos simbólicos para los diseños, o bien de la totalidad de la pieza, o bien de los bordes o algunas zonas.

Durante los reinados de los emperadores Kangxi (1661-1722) y Yong-zheng (1723-1735) continuó produciéndose una enorme cantidad de objetos en azul-y-blanco, mientras que las piezas policromadas en una gama de colores conocida en Occidente como 'familia verde' (con predominio del verde), 'familia amarilla' (con predominio del amarillo) y 'familia rosa' (con predominio del rosa) se producían tanto para el consumo interno como para la exportación. Siguiendo la tradición china de reverencia por el pasado, muchos de los objetos de porcelana que se hicieron durante el siglo XVIII, y particularmente en el reinado de Qianlong, eran reproducciones de alta calidad de estilos antiguos.

El aumento del intercambio comercial entre China y Europa durante los siglos XVII y XVIII, hizo que los primeros emprendieran una amplia producción sistemática para exportar a Occidente. Este tipo de porcelana se decoraba con escenas de gran colorido sacadas de los grabados europeos o con los escudos de armas de las familias que los encargaban.

2.2. Corea

Aunque en sus comienzos la cerámica de Corea estuvo dominada por la influencia china, a partir del siglo XII aparecieron estilos distintivos tanto en la alfarería como en el barnizado. Uno de ellos era una forma de celadón en el que se incrustaban barbotinas blancas y negras haciendo incisiones en la pasta de arcilla blanda antes de cubrirla con barniz; otro de los métodos consistía en decorar el celadón bajo cubierta con pintura de color castaño. Durante el siglo XIII los coreanos introdujeron la decoración en rojo de cobre vidriado pintada y a partir del siglo XV realizaron porcelanas finas en blanco sin decorar. La porcelana azul vidriada no se produjo en grandes cantidades hasta el siglo XVIII.

2.3. Annam

La zona del Sureste asiático que en la actualidad constituye Vietnam del Norte desempeñó un importante papel en la producción de porcelana entre los siglos XIV y XVII gracias a la abundancia de yacimientos de caolín cerca de Hanoi. En esta zona comenzaron a utilizar el cobalto al mismo tiempo que los chinos (siglo XIV) y en Than-hóa y Bat se produjeron porcelanas decoradas en azul-y-blanco. Estos objetos iniciales imitaban a los chinos, pero en el siglo XV, cuando se hicieron las mejores porcelanas annamitas, ya se habían desarrollado características distintivas así como una técnica cerámica propia. Entre los objetos típicos de esa porcelana se encuentran las cajas circulares con tapa y las vasijas para el agua con forma de animales.

2.4. Japón

El descubrimiento de caolín a comienzos del siglo XVII llevó a que se establecieran las primeras fábricas de porcelana de Japón, que hacían objetos decorados en azul-y-blanco y piezas con decoración de celadón y barniz pardo o negro. Estos objetos *shoki-imari* o *imari* primitivo consistían sobre todo en platos pequeños, cuencos, copas y botellas de marcada influencia china.

Al finalizar el periodo de aislamiento japonés, a mediados del siglo XVII, empezaron a exportar grandes cantidades de porcelana a través de la Compañía de las Indias Orientales, empresa holandesa que les había proporcionado modelos europeos para el diseño y la decoración de las piezas. En esa misma época se introdujeron colores esmaltados. La porcelana japonesa embarcaba en el puerto de Imari, cuyo nombre ha quedado asociado con las piezas de brillante policromado, decoradas tanto en azul vidriado como con esmalte

y con oro, que se elaboraron a lo largo de todo el siglo XVIII y en la primera mitad del siglo XIX.

El estilo Kankiemon, llamado así por la familia de esmaltadores del mismo nombre que lo realizaba, empezó a utilizarse a finales del siglo XVII y se caracteriza por los diseños asimétricos policromados que ocupan sólo una parte de la superficie de un delicado blanco lechoso. Las piezas Nabeshima, más o menos coetáneas, eran objetos de regalo para la aristocracia japonesa. De extraordinaria finura, estaban decoradas tanto en azul vidriado como con esmalte policromado. También de finales del siglo XVII es la porcelana Kutani, que se caracteriza por hallarse decorada con trazos audaces, gran riqueza cromática y temas de plantas y animales, así como otros tomados de los dibujos de las telas.

3. LA PORCELANA EUROPEA No pasó mucho tiempo desde que las porcelanas orientales aparecieron y empezaron a coleccionarse en Europa hasta que los europeos comenzaron a intentar reproducir la mágica blancura y transparencia de la pasta de porcelana aunque sin éxito, ya que desconocían la materia prima de la porcelana, el caolín. El primer experimento se llevó a cabo en el siglo XVI en Italia y fue en Florencia, bajo el mecenazgo de los Medici, donde se produjo la primera pasta blanda. Durante el siglo XVII se desarrollaron otros tipos de pasta blanda en Francia, alcanzando el mayor éxito la de Ruán y Saint Cloud, bajo el mecenazgo del duque de Orleans.

Pero el más importante avance tuvo lugar en el siglo XVIII en la corte de Dresde, bajo el mandato de Augusto II el Fuerte, elector de Sajonia, a cuyos oídos llegó el rumor de que un alquimista, Johann Friedrich Böttger, tenía tratos con el diablo, por lo que mandó que le prendieran y procesaran, encerrando a Böttger en la fortaleza de Königstein. Pero el proceso puso de manifiesto que el alquimista no tenía relación alguna con el demonio, por lo que fue puesto en libertad, y entonces Böttger se dedicó a buscar oro, que era su verdadero objetivo. Buscando el oro encontró una arcilla blanca petrificable, materia prima de una cerámica imitación de la porcelana. En 1709 encontró otra arcilla también blanca, pero vitrificable, es decir, así como la primera al cocer adquiría la consistencia y estructura de la piedra, esta segunda adquiría las propiedades del vidrio y su mismo brillo. Cerca de Meissen Böttger fundó una fábrica en la que se perfeccionó la pasta y en la que desde entonces se han elaborado porcelanas de gran calidad.

El éxito de la fábrica de Meissen se debió en gran medida a la extraordinaria creatividad del pintor de la corte Johann Gregor Höroldt (1720–1765) y al notable escultor Johann Joachim Kändler (1731–1775). Bajo su experto dominio, la producción de objetos y figuras de porcelana de Meissen se convirtió en la envidia de la aristocracia europea y el ejemplo para otras fábricas.

Los delicados diseños de Höroldt, sus temas florales (flores indias y flores alemanas), edificios en miniatura, escenas portuarias y paisajes, aparecieron en juegos de té, servicios de desayuno, vajillas, recipientes, floreros y jarras de cerveza; muchas de las formas se asemejaban a las de las vasijas de plata. Algunas decoraciones, de vívidos colores, se aplicaban sobre la pasta blanco-lechosa de Meissen y otras se realizaban sobre fondos de color o se enmarcaban con elaborados ribetes de oro. Höroldt fue también autor de diseños que han perdurado, como el motivo de las cebollas, en azul vidriado.

Kändler y sus seguidores llegaron aún más lejos al realizar grandes figuras escultóricas en cerámica para el ambicioso palacio japonés de Dresde, concebido por el elector Augusto el Fuerte, e introdujeron las nuevas formas del rococó en las vajillas y realizaron el modelado de una gran variedad de figuras a pequeña escala, desde retratos hasta recreaciones de algunos oficios y modelos tomados de la *commedia dell'arte*.

Con la guerra de los Siete Años (1756–1763) Meissen quedó devastada y ni siquiera la dirección revitalizadora del conde Camillo Marcolini a partir de la década de 1770, logró restablecer la buena fortuna de antaño ante la competencia de otras fábricas de cerámica y el auge del neoclasicismo.

Las estrictas medidas de seguridad en torno a Meissen en su primera época no lograron evitar el espionaje industrial, y el secreto de la fabricación de la porcelana se extendió primero a la fábrica de Du Paquier de

Viena (1719) y más tarde a la de Vezzi en Venecia (1720); la porcelana hecha en Meissen y decorada por orfebres en Augsburgo también planteaba una fuerte competencia.

Du Paquier fabricaba extraordinarios objetos de uso cotidiano, basados a menudo en las formas de los objetos de plata y decorados con paisajes y flores con exuberante colorido y cuya característica eran las asas barrocas en negro o rojo, con o sin baño de oro. A partir de 1774, fecha en que compró la fábrica la emperatriz María Teresa, predominó el estilo rococó con una notable producción de figuras dirigida por el maestro modelador Johann Josef Niedermayer. Durante el neoclasicismo, el maestro modelador Anton Grassi continuó la línea escultórica característica de Viena. Hasta 1864 la fábrica continuó trabajando.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII se establecieron manufacturas de porcelana en varias ciudades de Alemania, muchas de ellas con patrocinio de la realeza. Aunque la influencia de Meissen abarcaba a todas ellas, pintores y modeladores ejercían un impacto estilístico. Sobresalieron los modeladores rococós Franz Anton Bustelli en Nymphenburg; Johann Peter Melchior en Höchst, Frankenthal y Nymphenburg; Konrad Linck y los hermanos Lück en Frankenthal; Simon Feilner en Höchst, y Fürstenberg y Wilhelm Beyer en Ludwigsburg.

En Italia tuvo gran importancia la factoría Cozzi de Venecia (1764–1812), que fabricaba piezas con una decoración alegre esmaltada con flores, paisajes, escenas figurativas, motivos heráldicos y grupos de figuras de excelente modelado. Las primeras piezas debían mucho al estilo rococó desarrollado en Alemania. La producción de Le Nove (1765–1825) era de similares características.

La fábrica que el marqués Carlo Ginori fundó en Doccia, cerca de Florencia, produjo porcelanas de carácter escultural jarras con pico en forma de serpiente y platos con bordes muy elaborados cubiertas muchas de ellas con un barniz opaco derivado del óxido de estaño. Entre las figuras realizadas hay grandes grupos de temática religiosa y piezas clásicas y mitológicas de estilo barroco. Durante el siglo XIX Doccia se dedicó a reproducir los modelos primitivos hasta que en la década de 1890 empezaron a aparecer grandes piezas de estilo Art Nouveau; durante la década de 1950 logró una gran reputación por sus diseños innovadores.

La real fábrica de Capo di Monte, en las afueras de Nápoles, fundada por el rey de Nápoles y Sicilia en 1743, realizaba objetos en pasta blanda de tipo Meissen, así como juguetes, cajas de rapé y gran diversidad de figuras, muchas de ellas obra del maestro modelador Giuseppe Gricci, quien sentía predilección por los temas marinos. En 1759 Carlos III abandonó esos reinos para hacerse cargo de la corona de España, cuyo trono había quedado vacante a la muerte de su hermano Fernando VI. Y una de las primeras diligencias que ordenó fue la de fundar una fábrica de porcelana al estilo de la de Nápoles en el Buen Retiro, en las afueras de Madrid, donde se continuaron elaborando figuras y piezas esmaltadas de similares características. Lo más espectacular de la producción son las habitaciones de porcelana del palacio Portici (Capo di Monte) y de los de Aranjuez y Madrid (Buen Retiro). La producción posterior de la real fábrica de porcelana del Buen Retiro y la de Nápoles (1771–1806) se centró en el estilo neoclásico, aunque también continuaron haciéndose grupos de figuras sencillos.

En Dinamarca la real fábrica de Copenhague (fundada en 1775) alcanzó fama por los objetos de gran calidad en azul–y–blanco, la gran vajilla de tema botánico *Flora dánica* y las figuras que realizaban en pasta dura.

Entre la porcelana de la fábrica imperial rusa de San Petersburgo, fundada en 1744, hay vajillas con decoración exuberante y figuras muy bien modeladas de campesinos rusos.

3.1. Francia Después de la porcelana de Meissen, la más celebre y en algunos aspectos superior a aquélla es la de Sèvres. Los antecedentes de esta cerámica se encuentran en Saint Cloud, donde se produjo una porcelana muy apreciada hasta 1766, época en la que varios fabricantes rivales lograron hacerse con la fórmula de elaboración de su pasta, en particular el príncipe de Condé y el duque de Villeroy, de cuyas fábricas de Chantilly (1726–1800) y Mennecey (1748–1806) salieron obras de mayor delicadeza y naturalismo. Ambos se

inspiraron en las piezas orientales y en las de Meissen, pero pronto desarrollaron estilos propios para la pintura de flores y el modelado de figuras.

El paso más significativo fue que la Corona tomara bajo su tutela la producción de porcelana. La fábrica de Vincennes se fundó en 1738 y en 1740 ya estaba produciendo objetos en pasta blanda y esculturas de monopolio real. En 1756 se produjo el traslado a Sèvres. Con el impulso financiero del patrocinio de Luis XV, otros miembros de la familia real, madame de Pompadour y madame du Barry, la fábrica pudo contar con artistas de primera fila como el orfebre real Claude Duplessis, los escultores Claude-Michel Clodion y Jean-Antoine Houdon y los pintores Jean-Baptiste Oudry y François Boucher. Pasado un cierto tiempo, Sèvres eclipsaría a Meissen en los dictados de la moda en porcelana.

Sèvres producía figuras vidriadas y de *biscuit* y sus flores de porcelana, modeladas con gran realismo, con tallo de metal, que se colocaban en grandes floreros esmaltados con flores, se convirtieron en una de las especialidades. Los motivos florales pintados en cestas, en *bouquets* o formando guirnaldas estuvieron siempre entre los adornos favoritos, bien en sutiles monocromías, bien en una rica paleta cromática. En porcelana blanca se pintaban también pájaros, paisajes y, más adelante, temas clásicos, por lo general en zonas acotadas y sobre fondo coloreado.

Sèvres desarrolló tonalidades especiales: azul oscuro, el *gros bleu* o *bleu lapis*; turquesa, el *bleu celeste*, un rosa claro o *rose Pompadour*, verde y amarillo. Los fondos coloreados podían ser veteados o jaspeados en oro. La década de 1770 fue testigo de cómo la frivolidad del rococó daba paso a la elegancia neoclásica. Un paso más en el desarrollo de la porcelana fue la elaboración de placas esmaltadas con flores para incrustar en los muebles más lujosos y otra de las innovaciones fue la decoración 'de joyería'.

Para entonces Sèvres ya fabricaba porcelana de pasta dura, tras el descubrimiento de yacimientos de caolín en la zona del Lemosín; sin embargo, la pasta blanda no dejó de fabricarse hasta comienzos del siglo XIX, en que, tras la depresión económica producida por la Revolución Francesa, el hábil director Alexandre Brogniart restableció el buen hacer de Sèvres, que para entonces era fábrica imperial. Se pintaron entonces magníficas vajillas con paisajes o escenas de gusto patriótico en los que predominaban los fondos de colores oscuros con profusión de dorados.

Durante el siglo XIX Sèvres mantuvo el liderazgo técnico y artístico contratando escultores y artistas sobresalientes, pero en el siglo XX se volvió a la fabricación de piezas de estilo dieciochesco.

A partir de 1771 comenzó a fabricarse en Limoges porcelana de pasta dura con caolín de la zona. Bajo el patrocinio del conde de Artois (1773-1777) los productos característicos fueron los servicios de té y otras piezas con bordes festoneados en oro y con motivos florales naturalistas pintados. En 1784 el rey adquirió la factoría y la unió a la de Sèvres, pero luego se cerraría durante los años de la Revolución. Más adelante se establecieron varias fábricas de porcelana en Limoges, que continúa siendo el principal centro francés de producción de porcelana.

A finales del siglo XVII también otras fábricas, sobre todo en París y sus alrededores, producían piezas de gran calidad en pasta dura; la mayoría contaban con el patrocinio del rey o de la nobleza y algunas se mantuvieron hasta bien entrado el siglo XIX.

3.2. Gran Bretaña La producción de porcelana no se emprendió en Inglaterra hasta la década de 1740. A diferencia de las fábricas del continente, que contaban con el mecenazgo de la corona o de la nobleza, las inglesas eran empresas comerciales, que pretendían en su mayoría suministrar vajillas y adornos para el hogar más que crear prestigiosas obras de arte. Casi todas ellas elaboraron diferentes tipos de pasta blanda hasta finales del siglo XVIII. El desarrollo de la decoración calcada en objetos cerámicos fue crucial para alcanzar el éxito en la producción masiva de vajillas.

La fábrica de porcelanas de Chelsea (c. 1745–1784) se hizo con el liderazgo gracias a sus elegantes diseños y a las piezas decorativas en versiones sencillas, al gusto inglés, de los modelos rococó y orientales que se fabricaban en el continente, aparte de producir juegos de té, de café y vajillas, basados muchos de ellos en la forma de los objetos de plata. Entre los productos más característicos de Chelsea se incluyen las soperas con forma de animales o vegetales, los platos con motivos botánicos y los juguetes u objetos pequeños, como perfumadores, dijes y cajitas de rapé. En 1769 la fábrica fue comprada por William Duesbury, de Derby, y tras un periodo de producción conjunta, la Chelsea–Derby cerró sus puertas.

La pasta que desarrolló Bow (1744–1776) incorporaba ceniza de huesos y era más dura que otras de su misma época, lo cual permitía la elaboración con éxito de piezas de gran tamaño como jarrones o fuentes. Para los patrones de la época, Bow era una gran empresa que surtía el mercado de clase media con su producción de piezas en azul–y–blanco de estilo oriental desde su fábrica de Nuevo Cantón. También destacaron sus piezas pintadas al estilo *kakiemon* japonés, al igual que las figurillas de personajes del teatro y las conmemorativas. Bow fue la primera fábrica en explotar la técnica de la decoración calcada en la porcelana.

Las vajillas en azul–y–blanco de Worcester, decoradas con motivos orientales y europeos, se produjeron en serie mediante la técnica de la decoración calcada. También las piezas pintadas con múltiples colores extendieron la fama e influencia de esta fábrica. Tras diversos cambios en la dirección de la empresa, Worcester adaptó su producción al estilo neoclásico de finales del siglo XVIII y principios del XIX, y más tarde se mantuvo en la vanguardia de la cerámica decimonónica con novedades como piezas para joyería, decoración perforada y *japonaiseries*. Pero lo que mantuvo el alto nivel de Worcester fue la contratación de célebres pintores de porcelana.

Entre las fábricas inglesas que surgieron en el siglo XVIII se encontraban la de Lowestoft (1757–1802), famosa por sus objetos policromados, así como por las piezas en azul–y–blanco; la de Longton Hall (1749–1760), con piezas notablemente moldeadas y figurillas de frágil pasta blanda; la de Derby (1750–1748), especializada en la producción de figuras, pero que también realizaba vajillas y objetos de decoración; la de Coalport, que primero adquirió fama por las vajillas, pero después también por las piezas decorativas con incrustaciones florales, y las de Liverpool y Caughley, muy influenciadas por Worcester. La porcelana de pasta blanda de Nantgarw y la de Swansea de comienzos del siglo XIX destacan por su decoración pintada.